

基于分布式网络的监控系统^①

陈若珠, 宋承云

(兰州理工大学 电气工程与信息工程学院, 兰州 730050)

摘要: 设计了一个基于分布式网络的监控系统. 该系统利用网络摄像头采集视频数据, 压缩后传送到远程的 PC 主机, 主机对图像帧进行分析, 进行人脸识别和步态识别, 检测出异常人体, 控制摄像头云台进行监视. 整个系统使用实时传输协议和实时控制协议, 利用网络实现了分布式的视频采集和集中处理, 为远程视频监控提供了高效可行性且价格低廉的解决方案, 并且具有较强的实时性和可交互性.

关键词: 网络摄像头; 分布式网络; 监控系统; 人脸识别; 步态识别

Monitoring System Based on the Distributed Network

CHEN Ruo-Zhu, SONG Cheng-Yun

(College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: This paper designs a monitoring system based on distributed network. Web camera collection video data for the system and compression, then send the data to the remote PC host, the hose analysis image frame for face recognition and gait recognition to detect the abnormal body, then control camera haeundae for monitoring. The system makes use of real-time transmission protocol and real-time control protocol to complete the distributed video acquisition and centralized processing on network, which provide a highly efficient feasibility and low cost solutions, the system has very good real-time and interactive performance.

Key words: webcam; distributed network; monitoring system; face identification; gait recognition

随着计算机网络技术的发展, 其应用领域已经涵盖了社会生活的各个领域. 除了目前将网络技术广泛用于信息共享之外, 还可以通过计算机网络来传输视频及控制数据, 实现基于网络的远程监控系统. 本文利用网络和视频分析技术, 结合 C/S、B/S 架构^[1], 设计了一个分布式的监控系统, 该系统利用网络摄像头, 分布式的采集视频数据, 扩展了监控范围, 同时利用服务器技术, 集中处理各个视频流, 只需一次建立人体模型, 从而大大降低了系统开发成本.

在人体识别中, 利用人类特有生理特征或者行为特征进行身份识别的技术, 提供了一种高可靠性、高稳定性的身份识别途径, 其中最重要的是人脸. 与其他人体生物特征相比, 它不仅具有很强的自身稳定性和个体差异性, 而且直接、友好、更符合人类的视觉

习惯. 通常要求近距离或者接触性的感知. 在远距离的情况下, 人脸的特征信息会有所损失, 但人体的步态仍是可见的, 且可从任意角度进行非接触性的感知和度量. 本文结合实际环境, 采用人脸识别和步态识别, 检测出异常人体, 进行监控跟踪.

视频分析算法的实现基于 OpenCV 开源代码, OpenCV 是 Intel 公司支持的开源计算机视觉库, 采用 C/C++ 语言编写, 可以运行在 Linux/Windows/Mac 等操作系统上. OpenCV 包含了 500 多个函数, 覆盖了计算机视觉的许多领域, 是作为第二次开发的理想工具. 关键词库的结合大大提高了信息抽取算法的准确性和通用性, 基于 Web 信息抽取的混合交通出行方案生成与表示系统的成功实验也证明了本文提出的 Web 信息抽取算法的实用性.

^① 收稿时间:2012-12-25;收到修改稿时间:2013-01-28

1 系统概述

本系统结合 C/S 和 B/S 结构, 利用视频处理技术和网络技术, 使其成为一个可扩展的监控、跟踪和数据浏览平台. 网络摄像头和服务器主机组成了 C/S 架构的视频采集处理系统, 服务器主机作为客户端, 向网络摄像头发送命令, 以获得视频数据或者控制云台. 由服务器主机和远程浏览器组成的 B/S 架构的远程数据浏览系统, 提供了视频数据的远程查看和管理. 系统结构如图 1 所示.

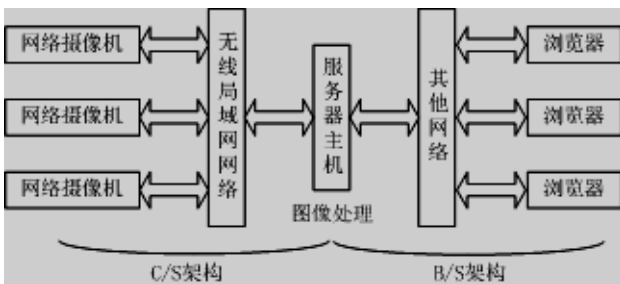


图 1 系统结构图

系统中需要建立人体的特征信息以建立正常行人模型, 包括正常人脸数据, 步态特征数据. 模型数据建立后保存在服务器主机中, 主机采集摄像头的视频数据, 根据这个模型对视频数据进行比较, 从而判断是否为异常行人. 系统采用基于 C/S 模型的分布式技术, 模型数据只需要在服务器端建立, 网络摄像头只负责采集视频数据和控制云台, 使得系统具有很强的可扩展性.

系统利用网络摄像机采集视频数据, 采用 H.264 压缩算法^[2]压缩后通过无线局域网传送到服务器主机, 主机对视频图像帧进行解压缩、预处理、人脸识别、步态识别, 检测异常目标, 控制网络摄像头云台进行监控跟踪. 此外, 服务器采用 Apache 技术, 向远程客户端提供视频数据浏览窗口, 远程客户端通过浏览器进行远程实时图像浏览和管理.

2 开发步骤

系统获取视频图像帧数据, 解压缩, 创建线程按日期保存视频数据到本地硬盘, 并将视频数据的路径写入数据库, 以便于查询. 判断系统是处于跟踪目标状态, 跟踪状态为不可中断状态, 保证跟踪的实时性. 对图像帧进行一定的预处理, 检测帧中是否有人体进入, 用一个椭圆标记人体区域, 在该椭圆形区域中进

行人脸识别和步态识别, 若果为异常人体, 则建立该椭圆区域跟踪的模型, 进入跟踪状态, 对以后的视频帧采用跟踪算法进行跟踪直至目标丢失. 程序流程如图 2 所示.

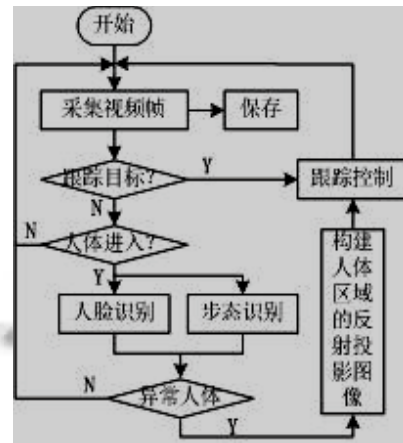


图 2 程序流程

系统采用数据库管理视频数据, 用户及系统维护者通过查看数据库就可以了解到视频数据信息, 降低了系统数据维护成本. 创建线程保存视频数据, 跟踪过程中对目标一次建模, 然后使系统进入跟踪状态, 直至目标丢失, 如此保证跟踪的实时性. 人体区域采用椭圆形标记人体区域, 较矩形标记法更合理. 在人脸识别和步态识别的处理中, 利用 OpenCV 图像数据结构中的 ROI 区域, 仅仅处理人体区域, 减少系统负担, 加快处理速度. 系统设计主要分为视频采集控制、人脸识别、步态识别、跟踪控制及网页服务器设计.

2.1 视频采集

服务器主机通过局域无线网络访问网络摄像头以获得视频数据, 这个过程基于 C/S 架构, 网络摄像头作为服务器端, 提供视频图像数据, 主机作为客户端, 使用摄像头操作协议登录摄像头后进行开始或者停止视频的操作, 当视频开始传输后通过摄像头视频传输协议获取视频数据, 所有协议都基于 TCP. 由于 TCP 协议可靠性, 降低了系统视频传输中的无效数据率. 根据网络摄像头操作和传输协议, 系统设计中主机向摄像头发送的消息如表 1 所示, 摄像头回馈给主机的响应如表 2 所示.

从摄像头获得的图像可能会受到光照等多种因素的影响, 所以对图像用函数 cvCvtColor()灰度化, 函数 cvEqualizeHist()进行直方图均衡化, 为了提高处理速

度, 用函数 `cvResize()` 变换图像。

表 1 摄像头控制命令

消息	消息内容
登录请求	MO_O 00 0 00000000 0000 0000
视频接收请求	MO_O 04 0 00000000 0000 0000
停止接收视频	MO_O 06 0 00000000 0000 0000 01

表 2 摄像头响应

消息	消息内容
登录响应	MO_O 01 0 00000000 0000 0000 0 摄像头 ID 保留 摄像头系统固件版本
视频接收响应	MO_V 01 0 00000000 0000 0000 0 数据连接 ID
视频数据	MO_O 00 0 00000000 0000 0000 时间戳 帧采集时间 保留 图片长度 图片数据

2.2 人脸识别

在人脸识别的第一步, 是人脸检测。把人的脸部从一张照片中用计算机自动识别出来, 作为下一步人脸识别的基础。OpenCV 提供了一个基于树的技术: Haar 分类器^[3], 它建立了 boost 筛选式级联分类器, 它使用 Haar 特征或更准确的描述是类 Haar 的小波特征, 该特征由矩形图像区域的加减组成, 可完全应用于人脸检测。在本系统中运用 OpenCV 中预先训练好的正面人脸模型 `haarcascade_frontalface_alt2.xml` 进行分类检测。调用函数 `cvLoad()` 加载人脸模型, 利用函数 `cvHaarDetectObjects()` 完成人脸的检测。

人脸识别的第二步, 是对检出的人脸进行识别。我们对于人脸数据, 采用了 PCA^[4](Principal Component Analysis) 方法来对数据降维。本质上 PCA 方法目的是在最小均方意义下寻找最能代表原始数据的投影。由于人脸结构的相似性, 任何任何人脸图像可以近似地表示为该人脸样本均值与部分基图的加权和。

调用 `cvCalcPCA()` 计算 PCA 空间数据, 得到平均图像、特征向量、特征值, 利用函数 `cvProjectPCA()` 将每一幅样本人脸与平均脸的差值脸向量投影到特征向量表示的子空间, 将平均人脸图像、特征向量、及样本系数矩阵保存到 xml 格式的文件中, 作为样本供系统识别用。将待识别的人脸与平均人脸的差值脸投影到特征空间, 所用函数为 `cvProjectPCA()`。然后利用 `cvNorm()` 计算投影后系数矩阵间的欧氏距离, 选择一个阈值进行分类。

2.3 步态识别

本系统采用基于特征的方法^[5]识别步态, 基于特征的方法是特征化人体整个运动模式得到简洁的运动

特征表达。行人运动时, 人体的轮廓形状随时间变化, 一般选取人体侧面轮廓作为研究的特征图像, 人在行走时在足够长的时间内可以认为是一种周期变化的过程, 为了减少计算的复杂程度, 将二维轮廓形状变化转化为一维距离信号来近似的表达这种步态的时空变化模式。

利用高斯模型建立视场背景图像, 采用背景减除的算法提取运动人体的轮廓, 然后采用形态学的处理实现特征的提取, 其中包括图像的二值化, 腐蚀膨胀等, 得到人体清晰的轮廓, 利用投影质心之间的归一化欧式距离(NED)来度量序列之间的相似度。设序列的投影迹分别为 $p1(t)$ 与 $p2(t)$, 则他们的投影质心 $C1$ 与 $C2$ 为每个投影质心间接表达了该类的一个主轮廓形状, 反映了步态模式的结构化模型。其 NED 可定义为:

$$d^2 = \left\| \frac{C1}{\|C1\|} - \frac{C2}{\|C2\|} \right\|^2$$

选择 d 的最小值作为分类结果。

2.4 跟踪控制

本系统采用 Camshift 算法^[6]实现对目标的跟踪。Camshift 算法是基于目标颜色为特征的跟踪方法, 由于 RGB 颜色模型对光照比较敏感, 所以采用 HSV 模型的 H 和 S 分量描述目标, 使系统具有良好的鲁棒性。经过人脸识别和步态识别后, 我们得到了异常的人体运动区域, 利用这个区域得到一个彩色图像, 计算该图像的色相统计直方图, 利用该色彩统计直方图得到反射投影图像。Camshift 算法利用该反射投影图像, 通过迭代的方法来寻找目标图像的中心, 当搜索窗口中心的移动小于给定阈值时, 则返回所得到的目标的位置和大小。如此循环迭代, 则实现了对活动目标在每一帧图像序列中的检测和跟踪。云台控制为闭环控制方式, 结构如 3 所示。

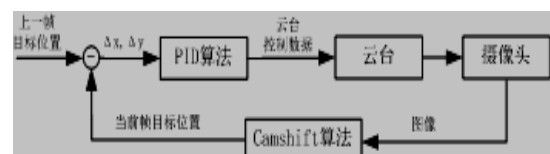


图 3 云台控制结构图

网络摄像头提供的一套基于 http 协议的 cgi 接口, 系统中通过 cgi 对云台进行控制。

2.5 网页服务器设计

系统采用 B/S 架构向远程客户端提供视频数据服

务平台, 远程客户端可以利用网页浏览器通过服务器主机查看各个摄像头的实时及历史视频流. 服务器主机采用 LAMP(Linux+Apache+MySQL+PHP)构建, 每一个组件都是免费或者开源软件, 不需要为软件的发布支付任何许可证费就可以开发和应用基于 LAMP 的工程, 放大了项目的衍生性. 为该系统的开发节约了成本.

网页服务器的设计中, 使用 MySQL 数据库记录登录数据浏览系统的用户信息及视频文件位置信息, 不同的用户提供不同的访问权限, 如此提高系统的安全性, 系统结合 PHP 向用户提供动态的网页浏览页面.

3 结语

本系统基于网络的监控系统实现了视频的分布式采集和集中处理. 利用网络摄像头采集数据, 对图像进行人脸识别和步态识别, 检测出异常人体, 进而进行监视跟踪.

系统利用网络传输视频数据, 结合 C/S 和 B/S 架构, 使得系统具有很大的可扩展性, 要监视某个区域只需在该区域安装网络摄像头, 系统自动检测摄像头的加入, 进而利用已经保存的人体数据模型进行匹配、识别. 用户查看各个摄像头只需连接到网页服务器, 使得数据的查看和管理更为方便.

在人脸的检测方面, 利用 Haar 分类器, 具有较高的检测率. 在人脸图像识别中, 运用 PCA 算法, 提高了识别速度. 在步态识别方面, 采用基于特征的人

体运动模型, 利用一维距离降低了数据复杂程度.

参考文献

- 1 乔丽娟, 许文力. 浅析动态网站的交互性. 科技信息(科学教研), 2008, 19: 367-419.
- 2 Richardson Iain. h.264 和 mpeg-4 视频压缩: 新一代多媒体的视频编码技术. 长沙: 国防科技大学出版社.
- 3 Lienhart R, Maydt J. An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection, IEEE ICIP, 2002: 900-903.
- 4 Turk M, Pentland A. Eigenfaces for Recognition. Cognitive Neuroscience, 1991, 3(1): 71-86.
- 5 黄红梅, 李广林, 等. 远距离人体步态识别算法. 计算机工程, 2007, 21: 100-105.
- 6 Hoffmann H. Tracking Faces in Grayscale Video Sequences with "Binary Direction Vectors"-Introduction and Evaluation of Binary Direction Vectors as a New Local Structural Feature for Tracking Faces with the OpenCV CAMSHIFT Tracker VDM Verlag Dr. Mueller e.K. 2008.
- 7 刘瑞祯, 于仕琪. Opencv 教程: 基础篇. 北京: 北京航空航天大学出版社.
- 8 Stevens WR, Rago SA. UNIX 高级编程. 第 2 版. 北京: 人民邮电出版社.
- 9 Stevens WR, Fenner B, Rudoff AM. UNIX 网络编程(第一卷): 套接口 API. 北京: 清华大学出版社.
- 10 Prinz PG, Grawford T. C 语言核心技术. 北京: 机械工业出版社.
- 4 吴立德, 黄萱青. 大规模文本处理. 上海: 复旦大学出版社. 1997, 102-118.
- 5 Karch S, Heilig L. SAP NetWeaver Roadmap. America: SAP Press, 2005.
- 6 Rin S, PAGE L. The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. Proc. of the 7th World Wide Web Conference.
- 7 Menczer F, Pant C, Srinivasan P. Topic-driven crawlers: machine learning issues. [2002-05-15]. <http://dollar.biz.uiowa.edu/~fil/papers.html>

(上接第 39 页)

确; 最后, 针对目前主题爬虫中存在的网页捕捉不全问题提出了基于遗传因子网页搜索策略, 大大提高了相关网页的覆盖率.

参考文献

- 1 刘金红, 陆余良. 主题网络爬虫研究综述. 计算机应用研究, 2009, 24.
- 2 罗欣, 夏德麟, 晏蒲柳. 基于词频差异的特征选取及改进的 TF-IDF 公式. 计算机应用, 2005, 25(9).
- 3 Salton G. Developments in automatic text retrieval. Science, 1991, 253(5023): 974-979.